

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **03191073 A**

(43) Date of publication of application: 21 . 08 . 91

(51) Int. Cl.

C23F 4/00
C23C 14/34
C23C 16/50
H01L 21/027
H01L 21/203
H01L 21/302
H01L 21/304

(21) Application number: **01329437**

(22) Date of filing: 21 . 12 . 89

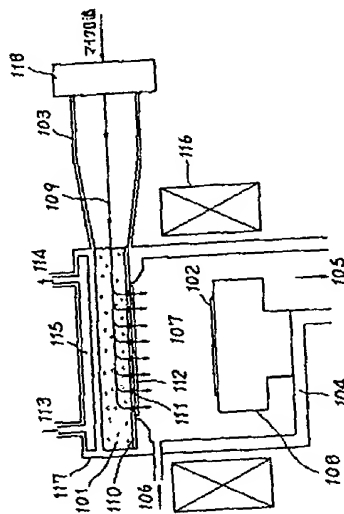
(71) Applicant: **CANON INC**(72) Inventor: **SATO YASUE**(54) **MICROWAVE PLASMA TREATING DEVICE**

COPYRIGHT: (C)1991,JPO&Japio

(57) Abstract:

PURPOSE: To prevent the thermal breakage of a microwave transmitting window and to simplify the structure of a microwave radiant section by closely attaching the surface of the window to a window holder to enable to uniformly cool the window.

CONSTITUTION: The microwave plasma treating device is formed with a vacuum vessel 4, a microwave propagating and introducing means, a holder 108 for a sample 102 to be treated, etc., and the microwave is radiated from the microwave transmitting window 101 into a discharge space 107 vertically to the microwave propagating direction in the window 101, and the holder 117 for the window 101 is closely attached to the surface on the opposite side to the microwave radiant surface. The window 101 is provided with a conductor sheet 110 or conductor foil having a slit or slot 111 for radiating the microwave 109 on the microwave radiant surface. The microwave 109 is introduced into the discharge space 107 through the window 101 by the microwave propagating and introducing means.



JC979 U.S. PTO
09/982784
 10/22/01

⑫ 公開特許公報(A) 平3-191073

⑤ Int. Cl.³

C 23 F 4/00
C 23 C 14/34
16/50
H 01 L 21/027
21/203
21/302
21/304

識別記号

D

庁内整理番号

7179-4K
8520-4K
8722-4K

④ 公開 平成3年(1991)8月21日

S

7630-5F

B

8122-5F

3 4 1 D

8831-5F

2104-5F

H 01 L 21/30

3 6 1 R

審査請求 未請求 請求項の数 4 (全9頁)

④ 発明の名称 マイクロ波プラズマ処理装置

② 特 願 平1-329437

② 出 願 平1(1989)12月21日

⑦ 発 明 者 佐 藤 安 栄 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内
⑦ 出 願 人 キヤノン株式会社 東京都大田区下丸子3丁目30番2号
⑦ 代 理 人 弁理士 若 林 忠

明 細 書

1. 発明の名称

マイクロ波プラズマ処理装置

2. 特許請求の範囲

(1) 放電空間を有し原料ガスを該放電空間に供給する手段を備えた真空容器、マイクロ波発振器からのマイクロ波を伝搬させ、マイクロ波放射面上にマイクロ波を放射するスリット又はスロットを有する導体板又は導体箔を設置したマイクロ波透過窓を通して前記放電空間内に導入するマイクロ波伝搬・導入手段、及び前記放電空間内にマイクロ波透過窓に向い合って配置された被処理試料保持台を少なくとも有してなるプラズマ処理装置において、

該マイクロ波透過窓から放電空間に放射されるマイクロ波の放射方向が、該透過窓内のマイクロ波伝搬方向から垂直であり、該透過窓のマイクロ波放射面の反対側の面と密着するマイクロ波透過窓保持手段を備えたことを特徴とするマイクロ波プラズマ処理装置。

(2) 前記マイクロ波透過窓保持手段が前記透過窓のマイクロ波放射面の反対側の面を冷却する冷却手段を備えていることを特徴とする請求項(1)に記載のマイクロ波プラズマ処理装置。

(3) 前記マイクロ波透過窓が、石英、アルミナ、窒化アルミ、窒化ケイ素、フォスフェイタ、ボロンナイトライド、窒化アルミナを主成分とし窒化ホウ素を含むマツナブルセラミックス、又はマグネシアで構成されているものであることを特徴とする請求項(1)に記載のマイクロ波プラズマ処理装置。

(4) 前記マイクロ波透過窓のマイクロ波放射面の反対側の面とマイクロ波透過窓保持手段を密着させる手段として、シリコン接着剤又は導電性のエポキシ、アルリル、シアノアクリレート接着剤を用いたことを特徴とする請求項(1)に記載のマイクロ波プラズマ処理装置。

3. 発明の詳細な説明

[産業上の利用分野]

本発明は、プラズマ処理装置に関する。より詳

細には、本発明はプラズマを用いた被処理体のエッチング、スパッタリング、クリーニング又はアッシング及び基板上への成膜に適したプラズマ処理装置に関する。

〔従来の技術〕

プラズマ処理法とは、特定の物質をプラズマ化して活性の強いラジカルとイオンを発生させ、このラジカルとイオンを被処理体に接触させて被処理体にエッチング、堆積膜形成、スパッタリング、クリーニング、アッシング（灰化）等の処理を施す加工方法をいい、プラズマ処理装置とは、該プラズマ処理法の実施に用いられる装置をいう。

従来、こうしたプラズマ処理装置は、原料ガス導入口と排気口とを有する真空容器で形成されたプラズマ処理室と、該プラズマ処理室に供給される原料ガスをプラズマ化するエネルギーを供給する電磁波等を供給する装置とからなっている。

ところで、プラズマ処理法は前述のラジカルやイオンの強い活性に依拠するものであり、ラジカ

ルやイオンの密度や被処理体の温度等を適宜選択することにより、エッチング、堆積膜形成等の各種の処理を所望に応じてなしうることはプラズマ処理法の特徴であり、該処理法においてはラジカルやイオンの効率的生成が重要である。

従来、プラズマ化エネルギーを与える媒体としては、13.56MHz程度の高周波数電磁波が使用されていたが、近年、2.45GHz程度のマイクロ波を用いることにより、高密度プラズマを効率的に生成しうることが判明し、マイクロ波を用いたプラズマ処理法が注目され、そのための装置もいくつか提案されている。

例えば、特開昭61-252909号で提案されているマイクロ波処理装置を図8に示す。同図において801は真空封止を保つマイクロ波透過窓、802は被処理試料、803は導波管、804はプラズマ処理室、805は真空排気口、806は処理ガス導入口である。マグネトロン（図示せず）で発生させたマイクロ波（通例2.45GHz）は導波管803を通してマイクロ波の進

行方向に平行に配したマイクロ波透過窓801の上に導かれ、該透過窓801を透過してプラズマ処理室804に導入される。

一方、プラズマ処理室804では被処理試料802が透過窓801に平行に載置されており、排気口805から真空吸引しながら、他方のガス導入口806から反応ガスを流入させて、減圧度を0.1Torrないし数Torr程度にする。そして、その流入させた反応ガスを上記のマイクロ波によってプラズマ化し、プラズマ励起したガスが被処理試料と反応して、プラズマエッチングが行なわれる。

このような水平入射方式の処理装置は、垂直入射方式に比べ、マイクロ波の反射が非常に少なく、整合（マッチング）性が極めて良く、プラズマが効率良く発生されて、被処理試料が高速処理される。

〔発明が解決しようとする課題〕

しかしながら上記従来例では、真空封止を行いマイクロ波を透過するマイクロ波透過窓801の

材質として、石英、アルミナが適材であるが、通常プラズマ熱によってマイクロ波透過窓は200℃～400℃程度まで加熱されるためアルミナにおいては、熱衝撃温度は200℃以下であるため、破損しやすく、又石英においても大口径で厚いものは（直径200mm以上、厚さ10mm以上）熱衝撃に弱くなり、更に大気圧（～1kg/cm²）が加わり、常に応力が発生しており、破損による重大事故を起し易い欠点がある。

本発明は上記従来技術の問題点に鑑みなされたものであり、マイクロ波透過窓に係る新規な構成を有するマイクロ波プラズマ処理装置を提供するものである。

〔課題を解決するための手段〕

本発明は、放電空間を有し原料ガスを該放電空間に供給する手段を備えた真空容器、マイクロ波発振器からのマイクロ波を伝搬させ、マイクロ波放射面上にマイクロ波を放射するスリット又はスロットを有する導体板又は導体箔を設置したマイクロ波透過窓を通して前記放電空間内に導入

するマイクロ波伝搬・導入手段、及び前記放電空間内にマイクロ波透過窓に向い合って配置された被処理試料保持台を少なくとも有してなるプラズマ処理装置において、該マイクロ波透過窓から放電空間に放射されるマイクロ波の放射方向が、該透過窓内のマイクロ波伝搬方向から垂直であり、該透過窓のマイクロ波放射面の反対側の面と密着するマイクロ波透過窓保持手段を備えたことを特徴とするマイクロ波プラズマ処理装置であり、本発明によれば、マイクロ波透過窓の破損の恐れがなく均一に所望の処理を行うことが可能となる。

本発明においては、マイクロ波放射方向をマイクロ波伝搬方向から垂直としたため、マイクロ波透過窓（以下透過窓と略す）のマイクロ波放射面と反対側の面（裏面）を導波管にさらす必要がなくなり該面をマイクロ波透過窓保持手段と密着させ保持することにより、放電空間内の圧力と大気圧とより圧力差等による負荷が該透過窓に作用しても破損等を防止することができ、かつ上記の構成を有していることから透過窓の裏面を透過窓冷却

手段にあて、該窓に密着する保持手段としての保持部材を冷却水等で直接冷却することにより、効率よくかつ均一に透過窓を冷却することができ、これによりマイクロ波放射を安定化させることができる。

本発明の装置は、基本的に放電空間を有し原料ガス供給手段を備えた真空容器、マイクロ波透過窓を通してマイクロ波を放射するマイクロ波伝搬・導入手段、被処理試料を装着する保持台、及び該透過窓の裏面と密着し保存する透過窓保持手段を少なくとも備えたプラズマ装置であり、上記構成を有するものであればそれらの他に種々の手段を有していてもよい。例えば、マイクロ波により発生するプラズマ発生効率を上げるため空芯コイルにより磁場を印加する手段を備えたもの、発生したイオンを加速するため被処理試料保持台に高周波電力を印加できる手段を有するもの、又同じくマイクロ波透過窓保持体等に高周波電力を印加する手段を備えたもの、さらにイオンエネルギーを増大させるための電極を放電空間の下方に設

けたもの等プラズマ発生による被処理材料のエッチング、アッシング又は成膜処理等を行なうことのできる装置に対しすべて本発明を適用することができる。

又、透過窓のマイクロ波放射面にはマイクロ波を均一に放射させるためのスロット又はスリットが設けられた導体板、さらに該導体板からの金属スパッタを防止するためのマイクロ波を透過する保護板等が設けられていてもよく、マイクロ波の放射により発生するプラズマ密度分布をより均一化させることができる。

本発明において、マイクロ波放射方向がマイクロ波伝搬方向から垂直とは所定の厚さを有する透過窓の側面又は中心部分からマイクロ波を導入し、該窓の厚さ方向と垂直の方向にマイクロ波を伝搬させ、この伝搬経路と垂直方向からマイクロ波を放電空間へ放射させるように該透過窓を配置させることである。本発明に用いることのできる透過窓を構成する材料としては、石英、アルミナ、窒化アルミ、窒化ケイ素、フォスフェイ

ト、ボロンナイトライド、窒化アルミを主成分とし窒化ホウ素を含むマシナブルセラミックス、又はマグネシア等、マイクロ波を透過する材質であれば用いることができる。

透過窓を保持する透過窓保持手段としては、透過窓のマイクロ波放射面及びマイクロ波入射面以外の面で透過窓を保持し、圧力負荷等による破損等を防ぐことのできる手段であり、マイクロ波が透過しにくい導体で透過窓の裏面と密着するものであればよく、プラズマ処理装置の放電空間部分を構成する真空容器本体を一体化していても又単に透過窓を保持するだけのものでもよい。

該保持手段は、好ましくは冷却手段を備えているものである。本発明において、冷却手段とは、透過窓の裏面から透過窓を冷却する手段であり、該面と密着する透過窓保持手段の部分（以下透過窓保持部と称す）を直接冷却することができる手段である。透過窓の裏面に密着する透過窓保持部を直接冷却する手段としては、水の循環システム、フロンガス等の冷媒による冷却システム等に

より行なうことができるか、水冷システムが簡便であり効率もよい。冷却エネルギーはプラズマにより発熱する透過窓の発熱量に応じて設定し、透過窓を所定の温度帯にコントロールできるようにすればよい。

透過窓保持手段を構成する材質としては、アルミ、銅等を用いることができるが、好ましくは高導電性、高熱伝導性等の特性を有するものである。

又透過窓保持部と透過窓裏面との密着部分は、その面積が大きい方が冷却効率がよく、マイクロ波入射側及びマイクロ波放射側以外の面ですべて密着しているとよい。密着の程度も間にまったく間隙のない状態がよく、密着するための手段として別の物質、例えば接着用材料等を用いてもよい。

【実施例】

以下実施例を示し本発明をさらに説明する。

実施例1

第1図は本発明の特徴を最もよく表わす装置の

エッチングする場合について以下に説明する。第1図に示した構成において、マグネトロン(図示せず)で発生したマイクロ波(通常2.45GHz)は、マグネトロンへ返る反射波を吸収するアイソレータ(図示せず)を通り、負荷側とのマッチングをとるためのEHチューナー又はスタブチューナー(図示せず)を通り、モード変換器118に入る。ここでマイクロ波はTE₁₀モードに変換され、導波管103を通して透過窓101の側面より供給される。透過窓101に入ったマイクロ波は、該窓の一例として正面図及び底面図を表わした第2図に示すスロット111より、109の伝搬経路に従って順次放電空間107に放射される。スロット111からマイクロ波が放射される割合はスロット長さ、 l が $\lambda/(2\sqrt{\epsilon})$ に近づくとき増加し(但しここで λ はマイクロ波の真空中での波長、 ϵ は透過窓の比誘電率)又、マイクロ波の入射方向に対するスリット111の傾き角 θ が90°に近づくほど増加し0°ではマイクロ波はほとんど放射されない。従って、これらの l 、 θ 、スロット幅

一態様を示す概略図であり、同図において101は、マイクロ波を透過し真空封じされた透過窓、102は被処理試料、103は導波管、104はプラズマ処理室、105はプラズマ処理室内を真空排気し一定真空度に保つための真空排気系、106は処理ガスをプラズマ処理室内に導入するためのガス導入口、107はプラズマが存在する放電空間、108は試料保持台、109はマイクロ波の伝搬経路、110はスロットが空けられた導体板、111はマイクロ波を放射する該スロット、112は導体板110からの金属スパッタを防止するためのマイクロ波透過する保護板、113は透過窓101を冷却する冷却水導入口、114は同出口、115は透過窓を冷却するための冷却水路、116は放電空間107内に磁場を発生するための空芯コイル、117は透過窓101を保持する保持部、118はスロット動起に適した伝搬モード変換するためのモード変換器である。

この装置を用い被処理試料としてSiウェハを

w 、スロット間隔 s 、スロット列間隔 d を調整することにより処理を均一化できる様にすることができる。尚、スロットの配列は第2図に示したものに限らず、マイクロ波が均一に放射されるような形状を有していればよい。通常マイクロ波透過窓材としてアルミナを用いたときの実施においては $l = 10 \sim 23 \text{ mm}$ 、 $\theta = 60^\circ \sim 90^\circ$ 、 $w = 1 \sim 2 \text{ mm}$ 、 $s = 5 \sim 20 \text{ mm}$ 、 $d = 80 \sim 150 \text{ mm}$ 、程度でよい。

尚、導体板の代りに透過窓の表面に導体(銅、又はニッケル等)スロットパターンをメッキしてもスロットを有する導体板を用いたと同様の効果が得られる。又導体板を用いなくとも、多少均一性は劣るが、クリーニング等用途により均一性が厳密に求められてよいものに対しては同様にして実施することができる。これは、プラズマが導体であるため導体板と同様の効果を示すからである。又保護板は導体板からの金属スパッタを防止するための絶縁板であるが、これを用いなくとも金属汚染が生じるが、本発明を実施することがで

きる。保護板の材質は透過窓と同じでよい。

又スロットによるプラズマ密度分布の均一化は例えばラングミュアプローブ等によりプラズマの密度分布を測定し、スロットの形状、配列等を調整し、所望の分布になるようにすることができる。

一方プラズマ処理室104内には、ガス導入口106より、処理ガス、SiウェハのエッチングではSF₆等が導入され真空排気系によって 10^{-2} ~ 10^{-1} Torrに圧力が保たれ、スロット111から放電空間内に放射されたマイクロ波は、放電空間107内にプラズマを発生させ、生成したイオン、SF₆⁺、F⁺、ラジカルSF₆⁺、F⁺ (nは1~6)によってSi基板をエッチングする。より低圧力(10^{-2} Torr以下、特に 3×10^{-4} ~ 3×10^{-3} Torr)でエッチングを行う場合は、効率の良い放電を行わせるため空芯コイル115によって放電空間107内に電子サイクロトロン共鳴を起させる磁場(2.45GHzの場合875 gauss程度)を印加し、電子サイクロトロン共鳴を利用して低圧力で

も高い密度のプラズマを発生させ、エッチングを行う。但し磁場が必要ない場合は空芯コイルは不用である。プラズマから受ける熱は透過窓が保持部117と密着しているため、透過窓101の上面全体を冷却水路115を流れる冷却水によって均一に冷却することができ、これにより該窓の厚さ方向以外はほとんど温度差を生じさせない。冷却水を用いない場合、透過窓の温度は、材料にもよるが、200℃~400℃程度まで上昇する。直径200mm、厚さ10mm程度のアルミナ製の透過窓の場合、20℃程度の冷却水を1~2ℓ/分程度供給することにより、透過窓の温度を21~32℃程度に抑えることができる。厚さ方向にしても、厚さが20mm以下のアルミナの場合では厚さ方向の温度差は10℃以下であり、熱破損の危険性はまったくない。他の材料を用い透過窓を構成した場合も、冷却水の温度、供給量を調節することにより所望の温度上昇内に抑えることができる。又冷却水の代りに他の種類の冷媒(アルコール、フロン等)を用いて同様に冷却することができる。

透過窓と保持部密着をする手段としては、シリコン接着剤や導電性エポキシ、アルリル、シアノアクリレート接着剤による接着等により行なうことができる。

この装置でSiウェハ上に付着したノボラック系のホトレジストをアッシングする場合は、ガス導入口より酸素ガスをプラズマ処理室内に導入し、圧力を0.1~1Torr程度に保ち、酸素プラズマによってアッシングを行う。

次にこの装置で窒化シリコン膜を堆積させる場合、ガス導入口より、SiH₄、N₂ガスをプラズマ処理室内に導入し、圧力を0.05~0.1Torrにしプラズマを発生し試料保持台108上に載せたウェハ上に堆積させる。

次にこの装置で、Siウェハをクリーニングする場合は、ガス導入口よりArガスを導入し圧力を 10^{-2} ~1Torrに設定し、マイクロ波を供給し、プラズマを発生させ、プラズマ中のアルゴンイオンにより汚れをスパッタリング効果でクリーニングを行う。

実施例2

第3図に本発明の装置の別の態様を示す概略図を示す。同図において210は第4図に示す様なスロットパターンを持つ導体板、218は同軸変換器、219は同軸管、217は冷却機構を備えた透過窓保持部、220は、同軸管219で伝送したマイクロ波を透過窓中を反射波を抑え半径方向に伝搬させるためのテーバー部、その他第1図に付したと同一の符号を付したものは第1図と同一名称のものを示す。

この実施例において第1の実施例と同様に発生したマイクロ波を導波管103によって伝送し、同軸変換器218によってマイクロ波導波路を同軸管219に変換し、マイクロ波伝搬経路109に従って、透過窓101に供給する。透過窓は円板形状をしており、中心部から入ったマイクロ波は、テーバー部220によって半径方向に伝搬方向が変換され、中心から導体板210にあけられたスロット111から徐々にマイクロ波を保護板112を通して放電空間107内に放射しながら

外周部へ向い最外周のスロット列でマイクロ波をすべて放射し終わる。第1の実施例と同様に処理ガスをプラズマ処理室内に導入しマイクロ波透過窓101から放射されたマイクロ波によって、プラズマを発生させ、同様に処理を行う。マイクロ波の放射分布の調整は第1の実施例と同様に行う。特にこの実施例では、透過窓保持部217と透過窓101をシリコン接着剤や導電性のエポキシ、アルリル、シアノアクリレート接着剤等によって接着することにより気密的に密着させることにより透過窓101の冷却が十分行われ透過窓101に加わる大気圧は中心部の同軸管のみとなり、加わる応力は激減し、破損しにくくなる。この実施例でも導体板210はなくてもプラズマが発生し、構造が簡単となるため均一性があまり問題とならないがクリーニング等には応用できる。

尚、本スロットにおいてマイクロ波透過窓材料としてアルミナを用いたとき、 $s = 15 \sim 20$ mm, $w = 1 \sim 2$ mm, $d = 5 \sim 10$ mm, $\theta = 60 \sim 90$, $l = 10 \sim 23$ mm程度である。

ってイオンのエネルギーが制御できる。

本装置を用いたエッチングの場合、例えばイオンのエネルギーがある程度必要な SiO_2 のエッチングではイオンのエネルギーを100V以下に制御すればイオン衝突によるダメージがなく、大きなエッチング速度を得ることができる。また SiO_2 の膜堆積ではイオンのエネルギーを制御すれば、イオン衝突による過度のエッチングを同時に進行させながら膜を堆積させ、膜上の凹凸をなくし平坦な膜を形成することができる。

使用する高周波の周波数に関しては2~3MHz以上で、バイアス電圧によるイオンのエネルギー制御が可能で通常13.56MHzの工業用高周波を用いる。一方、2~3MHz以下の周波数の高周波では、バイアス電圧によるイオンのエネルギー制御はできないが、今度は直接イオンが高周波電場によって加速されるので同様にイオンのエネルギーを制御できる。通常用いる周波数は100kHz~500kHzの範囲である。この場合は高周波は試料ホルダーではなく、同軸管219を通して対

実施例3

次に本発明の装置の他の態様として試料保持台108に高周波電力を印加する装置を第5図に示す。第5図において、521は試料保持台を電気的に絶縁するための絶縁体、522は試料保持台に高周波電力を供給するための高周波電源であり、523は保持台を直流的にフローティングするためのコンデンサである。その他第1図及び第4図に付したと同一の符号を付したものは第1図及び第4図と同一のものを示す。

この装置の動作を説明すると、放電空間107に前述した実施例と同様にプラズマをマイクロ波によって発生させる。同時に高周波電力を試料保持台に印加すると、試料保持台はコンデンサ523によって直流的にフローティングしているので負にバイアスされ、試料102に向かってイオンがそのバイアス電圧によって加速され、イオンによる処理が促進される。イオンのエネルギーはバイアス電圧によって決まり、バイアス電圧は高周波電力によって決まるので、高周波電力によ

向するマイクロ波透過窓保持部217と導体板210に印加しても良い。これは通常スロット間隔 s とスロット列間隔 d 、スロット長 l は25mm以下であり、またスロット幅 s は2mm以下であるため高周波($\leq 13.56\text{MHz}$)的には平板とみなせるからである。

実施例4

第6図に別の態様を示す。第6図において622は高周波をチューナー付同軸変換器へ向かうのを阻止するための装置で、例としてマイクロ波回路で一般に使われているチョーク構造を持つもので良く、621はマイクロ波透過窓保持部217を電気的に絶縁するための絶縁体であり、その他第1図、第3図、第5図に付したと同一の符号を付したものは第1図、第3図と第5図と同一のものを示す。次のこの装置の動作の説明をすると、第3図に示した実施例と同様にマイクロ波によって放電室107にプラズマを発生させ、高周波電源522によって透過窓保持部217、と導体板210に高周波を加え、導体板210-ブ

ラズマ-試料保持台 108 (又は試料 102) 間に高周波電場が発生し、この電場によってイオンが加速され、エッチング、アッシング、成膜等を効率的に行うことができる。

以上述べた高周波を同時に加える二例においては、導体板 210 と試料保持台 108 が平行平板型の反応装置の対向電極として働くので単に一方に高周波電場を加え、対向平板電極がない場合と異なり、マスク-プラズマ-試料ホルダー間に均一な高周波電場が発生し、均一なエッチング、アッシング、成膜等を行うことができる。

実施例 5

次の態様として、放電室 107 に発生したプラズマより電極群によってイオンを取り出し、試料 102 に照射し処理を行う装置を第 7 図に示す。

第 7 図において、724 は放電室内に発生したプラズマを真空容器から絶縁するための石英、アルミナ等に透過窓と同様の素材でできたマイクロ波を透過する絶縁容器、725、726、

727 は多数の孔が開き互いに孔が光学的に位置合わせしたイオン引き出し用電極、728、729 は、725、726 の引き出し電極に直流電圧を加えるための直流電源、730 は処理室、106' は処理室に設けたガス導入口である。その他第 3 図に示したものと同一の符号のものは第 4 図と同一のものを示す。

第 7 図に示した装置の動作を説明する。導体板 210 のスロット 111 から放射されたマイクロ波は絶縁容器 724 を透過し放電室 107 に供給される。

次に処理ガス例えば、試料である Si 基板に SiN 膜を堆積させる場合 106 より N_2 ガスを導入し、106' より SiH_4 ガスを導入する。第 3 図に示した実施例と同様の作用によって放電室 107 内にプラズマが発生し、磁力線に沿ってプラズマは拡散し、イオン引き出し用電極 725 に達する。プラズマ中のイオン (主に N^+ , N_2^+) は、直流電源 728 によって加えられた電圧に依存するエネルギーを得、また電極 726 に直流電源 729 によ

って加えられた電圧によってイオンの拡がりを制御し、処理室 730 に設置された試料保持台 108 に載せた試料 102 に照射され、 SiH_4 と化合し、SiN 膜を堆積させる。引出し用の電極は第 7 図に示した 3 枚構成に限定される必要はなく、1 枚、2 枚構成でも同様の効果が得られる。

プラズマ室 107 から引き出したイオンの分布はプラズマ室のプラズマの分布に大きく依存しており、スリット付導体板 210 より、マイクロ波を放射することによって均一なプラズマを発生することによって、イオンビームを得ることができる。このイオンビームによって 10^{-4} Torr 程度の圧力でエッチングすることによって方向がそろったイオンビームが試料に達し、イオンの進行方向にエッチングが進み、異方エッチングが可能となる。

尚以上説明した第 3 図、第 5 図～第 7 図に示した装置において、マイクロ波を放射する部分を第 1 図に示した装置と同じものを用いても同様の効果が得られる。

【発明の効果】

以上説明したように、透過窓にマイクロ波を側面又は中心よりマイクロ波を導入し放電室側と反対側のマイクロ波透過窓の面を透過窓保持体に密着させることにより透過窓を容易に均一に冷却することができ、透過窓の熱破損を防ぎ、マイクロ波放射部の構造を簡略化が可能となる。

4. 図面の簡単な説明

第 1 図は本発明の実施例 1 におけるプラズマ処理装置の構成を示す概略図、第 2 図は第 1 図の装置に用いた長方形のスロットを持つ導体板の断面図と平面図、第 3 図は本発明の実施例 2 における装置の構成を示す概略図、第 4 図は、第 3 図の実施例に用いられた導体板の平面図、第 5 図は実施例 3 における試料保持台に高周波電力を加える装置の構成を示す概略図、第 6 図は実施例 4 におけるマイクロ波透過窓に高周波電力を加える装置の構成を示す概略図、第 7 図は、実施例 5 におけるイオン引き出し電極を有する装置の構成を示す概略図である。第 8 図は、従来のマイクロ波プラズ

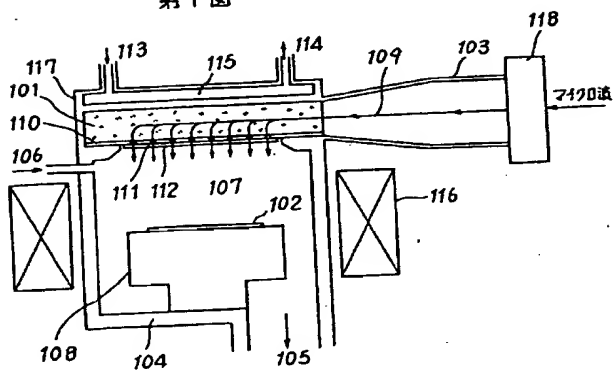
マ処理装置の断面図である。

- 101: マイクロ波透過窓
- 102: 被処理試料
- 103: 導波管
- 104: プラズマ処理室
- 105: 真空排気系
- 106, 106': ガス導入口
- 107: 放電空間
- 108: 試料保持台
- 109: 電極経路
- 210, 110: 導体板
- 111: スロット
- 112: 保護板
- 113: 冷却水導入口
- 114: 冷却水導出口
- 115: 冷却水路
- 116: 空芯コイル
- 217, 117: 保持部
- 118: モード変換器
- 218: 同軸変換器

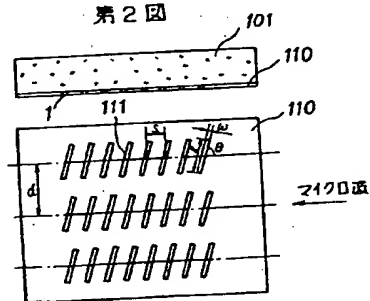
- 219: 同軸管
- 220: テーパー部
- 521: 絶体
- 522: 高周波電源
- 523: コンデンサ
- 621: 絶縁体
- 622: 高周波阻止部
- 724: 絶縁内容器
- 725, 726, 727: 電極
- 728, 729: 直流電源
- 730: 処理室
- 801: マイクロ波透過窓
- 802: 被処理試料
- 803: 導波管
- 804: プラズマ処理室
- 805: 真空排気口
- 806: 処理ガス導入口

特許出願人 キヤノン株式会社
代理人 若林 忠

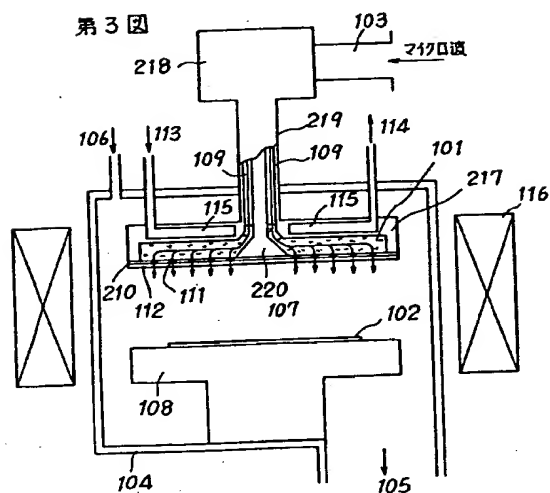
第1図



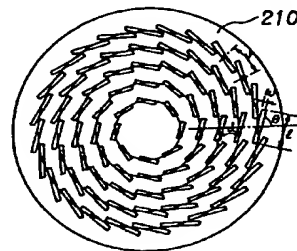
第2図



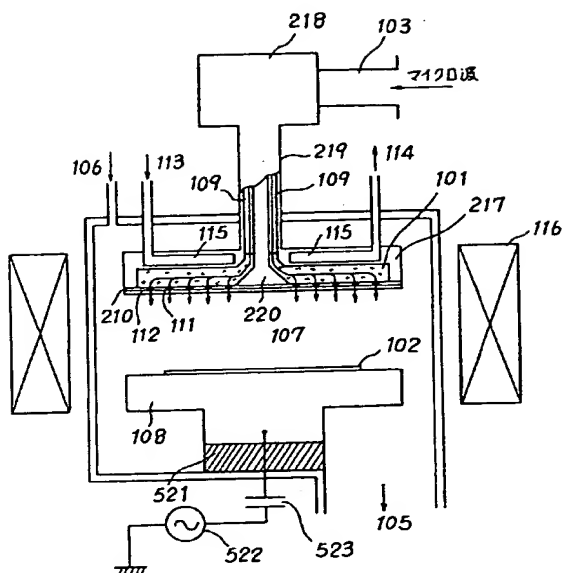
第3図



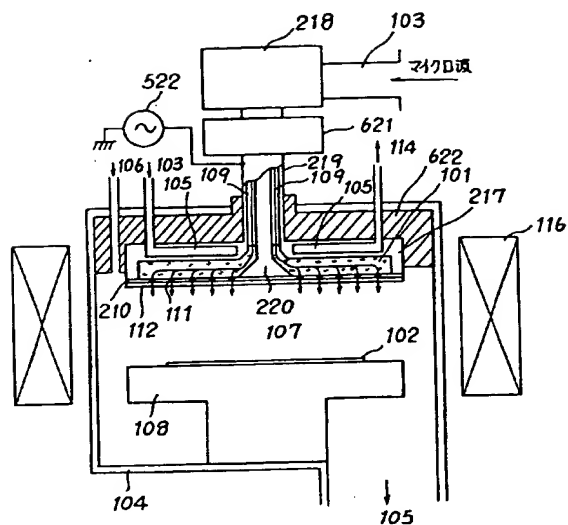
第4図



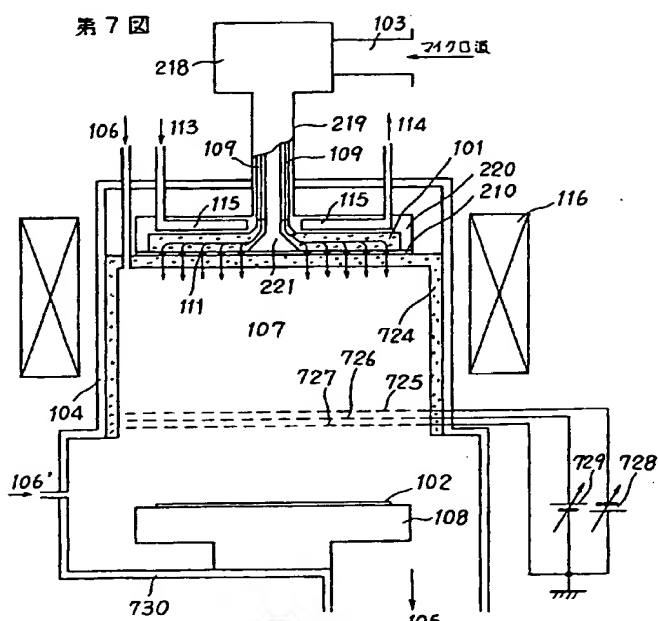
第 5 圖



第 6 圖



第 7 図



第 8 圖

